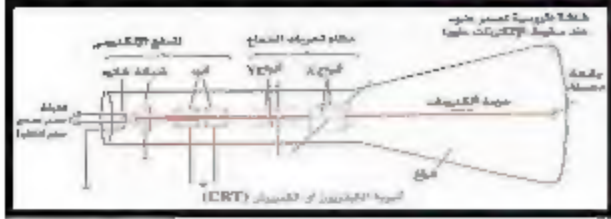


الفيزياء الحديثة (الفصل الخامس)

التأثير الكهروحراري : تحرر الكترونات من سطح المادة بفعل الحرارة ← (CRT)

التأثير الكهروضوئي : تحرر الكترونات من سطح المادة بفعل الضوء ← (الخلية الكهروضوئية)



زاد جهد الشبكة ← تزداد شدة الإضاءة

زادت سالبية الشبكة ← تقل شدة الإضاءة

اتصلت الشبكة بجهد + ← شدة الإضاءة أكبر ما يمكن

اتعدمت الإشارة على الشبكة ← شدة الإضاءة ثابتة

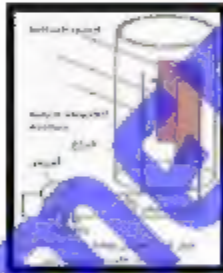
اتصلت الألواح بمصدر متردد ← تظهر صورة كاملة

اتصلت الألواح بمصدر مستمر ← تظهر بقعة مضطربة

قانون بقاء الطاقة

$$eV = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

الخلية الكهروضوئية



الملاحظات العملية	كلاسيكياً
1- انبعاث الإلكترونات وطاقة حرارتها يتوقف على تردد الضوء الساقط	1- انبعاث الإلكترونات وطاقة حرارتها يتوقف على شدة الضوء الساقط
2- انبعاث الإلكترونات يحدث لحظياً	2- زيادة زمن التعرض ككفيل انبعاث الإلكترونات الطاقة اللازمة لتحرر

تفسير أينشتاين للتأثير الكهروضوئي

كل مادة لها صفتان عميقتان هما: الشغل ، التردد الحرج

$$E_w = h\nu_c$$

فيذا سقط ضوء وكان :

تحرر إلكترونات + اكتسب طاقة حرارية	$E_w < E$	$\nu_c < \nu$
تحرر إلكترونات بالكاد (لاكتسب طاقة حرارية)	$E_w = E$	$\nu_c = \nu$
لا تحرر إلكترونات مهما كانت الخلية	$E_w > E$	$\nu_c > \nu$

لا بد من التفريق بين دور كل من

بلانك ← اول من افترض الفوتون

اينشتاين ← اثبت وجود الفوتون

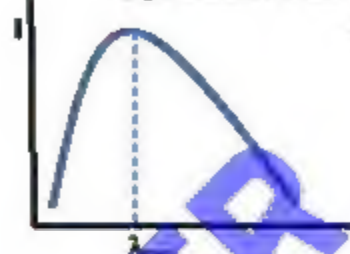
كومتون ← اثبت جسيمية الفوتون

اشعاع الجسم الاسود (متوهجة ، معتمة ، كلانات حية)

1- مكون من عدة أطوال موجية

2- منحني بلانك

3- قانون فين



λ

$$\lambda_m T \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \frac{\lambda_{m1}}{\lambda_{m2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

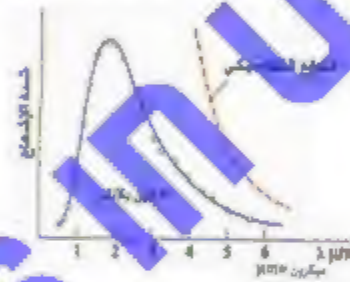
كلاسيكياً ← افترضت ان الاشعاع موجات وشدة الاشعاع

تناسب عاكسياً مع طول الموجي وبالتالي في الترددات

العالية والأطوال الموجية القصيرة تكون شدة الاشعاع أكبر

ما يمكن وهذا يخالف الواقع حيث تقترب شدة الاشعاع من

الصفر،



حديثة ←

(فروض بلانك)

• افترضت ان الضوء مكون من فوتونات (جسيمات)

• شدة الاشعاع يعبر عنها بعدد الفوتونات المنبعثة

• طاقة الفوتون الواحد $E = h\nu$

• طاقة الشعاع ككل $E = nh\nu$

• بزيادة تردد الفوتونات تزداد طاقتها ويقل عددها عند

ثبوت الطاقة الكلية أي تقل شدة الاشعاع في الترددات

العالية وتقترب من الصفر .

• تصدر الفوتونات نتيجة تذبذب الذرات.

• لا تصدر الذرة فوتونات طالما بقيت مستقرة في مستوى

واحد (المستوى الأرضي).

• إذا انتقلت الذرة المتذبذبة من مستوى طاقة عالٍ إلى

مستوى طاقة أقل تصدر الذرة فوتوناً طاقته = فرق

الطاقة بين المستويين.

الجسم الأسود :

جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية

مختلفة (فهو ممتص مثالي) ، ثم يعيد إشعاعها بصورة

مثالية (فهو أيضاً باعث مثالي) .

خصائص الفوتون

طاقة الفوتون

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

كتلة الفوتون

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} = \frac{p_L}{c}$$

زخم الفوتون

$$p_L = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$$

التيار المشع من سطح فوتونات

× سطح التبع

$$F = \frac{2P_w}{c} \cdot \frac{h\nu}{c} \phi_L = \frac{2h}{\lambda} \phi_L = 2p_L \phi_L$$

+ سطح اود

$$F = \frac{2P_w}{c}$$

× سطح خلف

$$F = 0$$

$$P_w = h\nu \phi_L = \frac{hc}{\lambda} \phi_L = E \phi_L$$

المعادلة الموجية للجسيم

معادله دي برولي

$$\lambda = \frac{h}{p_L} = \frac{h}{mv}$$

$\lambda \Leftarrow$ الطول الموجي للجسيم

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 = K.E$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK.E}} = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

لا حظ علاقة الكتلة بالسرعة

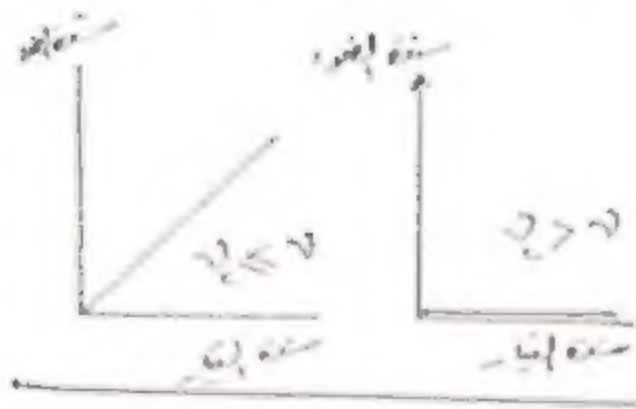
حسابه طسايف كميته

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

حسابه طسايف طاقه الحركة

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

شرط رتبة فيرمي
البعاد الجسيم $\lambda \leq$



الظلام
طاقة فوتون $h\nu$
شدة I

الظلام
الطاقة التي يحملها الفوتون $h\nu$
الفوتون $h\nu$

الشدة
شدة الإشعاع
عدد e بالثانية

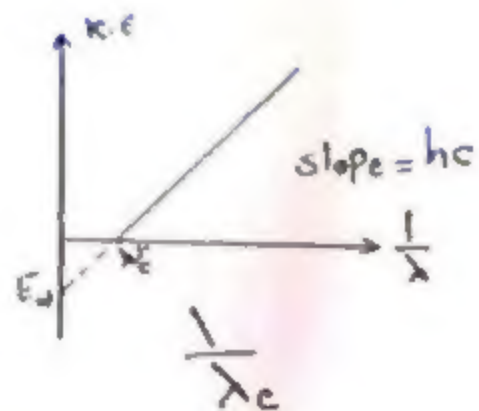
الشدة
شدة الإشعاع
عدد الفوتونات

$$K.E = h\nu - h\nu_c$$

$$K.E = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_c}$$

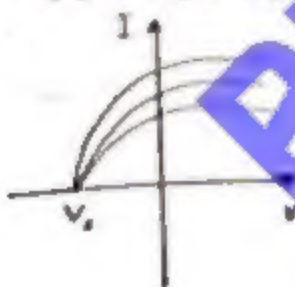
مع زيادة تردد الضوء إلى حد
تزداد سرعة الإلكترونات
(عدد e بالثانية) $\nu > \nu_c$
بزيادة $\nu > \nu_c$

الخط المستقيم يبين العلاقة بين

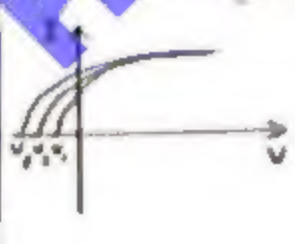


$$eV = K.E = h\nu - h\nu_c$$

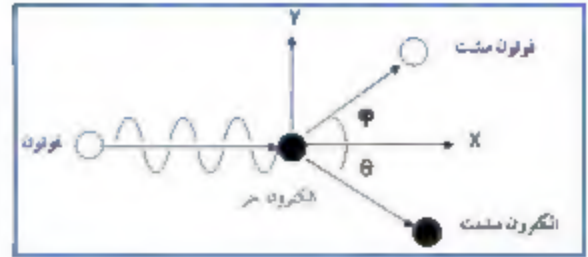
تزداد سرعة الإلكترونات
عدد الفوتونات
عدد الإلكترونات
ولا يتغير تردد الضوء
لأنه الزود لم يتغير



تزداد سرعة الإلكترونات
الشدة تزداد شدة
التيار الكهربائي
والتيار الكهربائي يزداد
عدد الفوتونات
وتزداد ولا يتغير



ظاهرة كومتون (اثبات الصفة الجسيمية للفوتون)



بعد التصادم

الفوتون	الإلكترون
طاقته	تقل وتردده يقل
كمية حركته	تقل
سرته	تقل
كتلته	تقل
الطول الموجي	تزداد

التصادم بين فوتون وإلكترون تصادم مرئي يحقق

قانون بقاء الطاقة...

الانكسار في طاقة الفوتون مع الزيادة في طاقة الإلكترون

$$h\nu - h\nu' = \frac{1}{2} m_0 v^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} = \frac{1}{2} m_0 v^2$$

مقارنة بين الإلكترون والفوتون

الفوتون	الإلكترون	
كم من الطاقة غير مشحون وله طبيعة جسيمية	جسيم مادي شحنته سالبة وله طبيعة موجية	الطبيعة
ليس له كتلة سكون	له كتلة سكون	الكتلة
له كمية تحرك $\frac{h\nu}{c}$	له كمية تحرك $m_0 v$	كمية التحرك
لا يمكن تعجيله وسرعته ثابتة في الفراغ 3×10^8 m/s	يمكن تعجيله بالمجال الكهربائي	التعجيل (زيادة سرعته)

كيف يرتبط النموذج الماكروميكوبي بالنموذج

الميكروميكوبي

النموذج الماكروميكوبي (الموجي)	الربط	النموذج الميكروميكوبي (الجسمي)	الوصف
يصور الفوتونات كموجة تنشأ من اهتزاز مجالين كهربائي و مغناطيسي متعامدين على بعضهما البعض.	بصاحبة	يصور الفوتون ككرة صغيرة نصف قطرها λ ، وتذبذب بمعدل ω	
طاقة الشعاع الضوئي	تساوي	مجموع طاقة الفوتونات	الطاقة
تزداد بزيادة شدة المجالين الكهربائي والمغناطيسي	بالتالي	تزداد الشدة بزيادة عدد الفوتونات	الشدة
السلوك الجماعي للفوتونات	فيظهر	تظهر كجسيمات منفردة	السلوك الجسيم

الميكروسكوب الضوئي	الميكروسكوب الإلكتروني	وجه المقارنة
انكسار الضوء	الموجة الشرجية للإلكترونات	الاساس العلمي
شدة (جسيمات)	الكثافة	الأشعة المستخدمة
صغير (200 نانومتر)	كبيرة جداً (مائة ألف مرة)	معايير التكبير
محدودة	كبيرة جداً	القدرة على التحليل
على لوح فوتوغرافي	على لوح إلكتروني	استقبال الصورة النهائية
زجاجية	الكثرونية (مغناطيسية)	العدسات المستخدمة
قل وضوحاً	أكثر وضوحاً	وضوح رؤية التفاصيل

الفصل السادس (الانزياح الذرية)

تمودج بور

يمكن حساب نصف قطر المدار تقديرياً إذا اعتبرنا أن الموجة المصاحبة للإلكترون موجة موقوفة من العلاقة:

$$2\pi r = n\lambda$$

حيث n رقم المستوى = عدد الموجات الموقوفة



$$r = \frac{n\lambda}{2\pi} \text{ but } \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$r = \frac{n\lambda}{2\pi} = \frac{nh}{2\pi mv}$$

يمكن حساب r أي مستوى في ذرة الهيدروجين من العلاقة:

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \text{ (eV)}$$

وتترتب المتسلسلات لطيف ذرة الهيدروجين كما يلي:

متسلسلة	سبب الحدوث	ملاحظة
ليمان	عودة الإلكترون إلى المستوى الأول ($n=1$) K	الأشعة فوق البنفسجية
بالمر	عودة الإلكترون إلى المستوى الثاني ($n=2$) L	المرئي (المنظور)
باشن	عودة الإلكترون إلى المستوى الثالث ($n=3$) M	الأشعة تحت الحمراء
براكيت	عودة الإلكترون إلى المستوى الرابع ($n=4$) N	
فوند	عودة الإلكترون إلى المستوى الخامس ($n=5$) O	

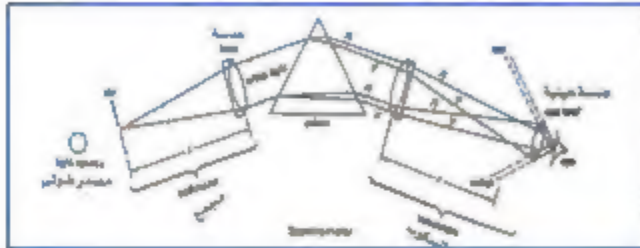
حساب أكبر وأقل طول موجي لأي متسلسلة

أطول طول موجي	أقصر طول موجي
أكبر $\lambda \Rightarrow$ أقل $\nu \Rightarrow$ أقل طاقة \Rightarrow أقل انتقال	أقل $\lambda \Rightarrow$ أكبر $\nu \Rightarrow$ أكبر طاقة \Rightarrow أكبر انتقال
$E_{n+1} - E_n = \frac{hc}{\lambda}$	$E_{\infty} - E_n = \frac{hc}{\lambda}$

المطياف (الاسكترومتر) جهاز يستخدم للحصول على طيف نقي بتحليل الضوء إلى مكوناته المرئية والغير مرئية

الاستخدام (الوظيفة)

- تحليل الضوء الأبيض إلى مكوناته المرئية والغير مرئية
- الحصول على طيف نقي
- تقدير درجة حرارة النجوم وما بها من غازات.
- للحصول على طيف نقي (لا بد أن يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى وتجمع كل لون في بقعة خاصة)



أنواع الانزياح

1- طيف الانبعاث: هو الطيف الناتج من انتقال الذرات المثارة من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى.

طيف الامتصاص (المتصل): A)

هو طيف يتضمن تداخلاً مستمراً لكل لأطوال الموجية الممكنة

طيف الخطي (some):

هو طيف يتضمن تداخلاً مستمراً لبعض الأطوال الموجية

2- طيف الامتصاص الخطي

خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض وهي ناتجة عن امتصاص بعض الأطوال الموجية المميزة له.

خطوط فرايفور

خطوط معتمة وهي انزياح امتصاص خطية للعناصر الموجودة في جو الشمس وبجوارها خاصة بغازي الهيدروجين والهيليوم

كلمات مفتاحية

- خطوط ممتدة \leftarrow خطوط مستمرة
- انارة \leftarrow انبعاث خطي
- تسخين \leftarrow انبعاث مستمر
- خطوط سوداء \leftarrow امتصاص خطي

كيف تميز بين انزياح الامتصاص وانزياح الانبعاث؟

انزياح الامتصاص \leftarrow خطوط سوداء على خلفية بيضاء
انزياح الانبعاث \leftarrow خطوط ممتدة على خلفية سوداء

أمثلة على الطيف الانبعاث الخطي

الليزر ، ليمان ، بالمر ، باشن ، براكيت ، فوند ، مصباح نيون

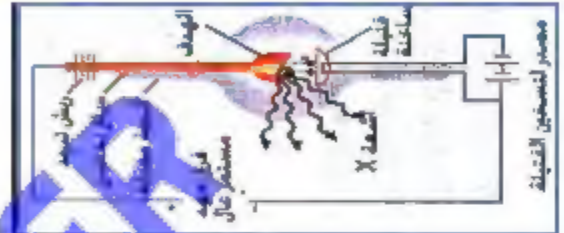
أمثلة على الطيف الانبعاث المستمر

مصباح التنجستين ، قطعة فحم متقدة ، طيف الشمس والنجوم

خواص الأشعة السينية

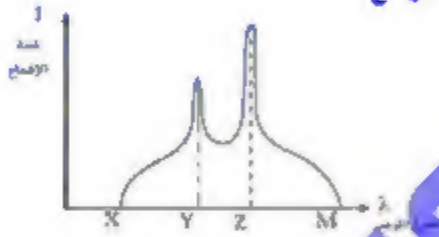
- لها قدرة كبيرة على اختراق الأوساط (لصغر λ)
- ذات قدرة كبيرة على تأين الغازات (كبير طاقتها)
- تحيد في البلورات (تتقارب مع المسافات البينية)
- حساسة للألواح الفوتوغرافية الحساسة .

طريقة الحصول على الأشعة السينية من أنبوبة كولدج



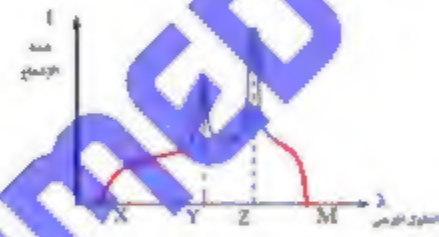
كيف يمكن زيادة نفاذية اشعة اكس ؟	كيف يمكن زيادة شدة اشعة اكس ؟
في نقص الطول الموجي ويتم ذلك : زيادة فرق الجهد يقل الطول الموجي للتيار المستمر استخدام عنصر ذو عدد ذري أكبر يقلل الطول الموجي للتيار الخطي	في زيادة عدد الفوتونات المنبعثة ويتم ذلك: زيادة جهد الفيلament يزداد عدد الالكترونات المنبعثة فيزداد معدل التصادمات فتزداد شدة الأشعة

الشكل المقابل يوضح طيف الاشعة السينية الصادرة من الأنبوبة كولدج



أزخم المنحنى عند :
1- زيادة فرق الجهد

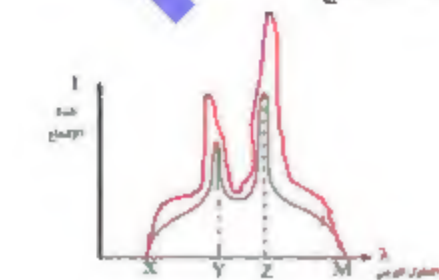
2- يقل الطول الموجي $X, M = \lambda$ يزداد كل منهما لليسار ، ويظل Z كما هما



2- استبدال مادة الهدف بأخرى عددهم الذري أكبر
يقل الطول الموجي $Y, Z = \lambda$ يزداد كل منهما لليسار ، ويظل X, M كما هما



3- زيادة شدة تيار الفيلament لا تغير الأطوال الموجية ، تزداد (شدة الاشعاع)



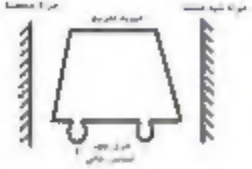
الطيف المستمر للأشعة السينية	الطيف الخطي المستمر للأشعة السينية
التسمية	
تسمى أشعة البريكينج أو الإشعاع الناتج	تسمى الإشعاع الشديد الحد
تنتج من تولد كل منهما	
يتكون نتيجة مرور الالكترونات بالالكترونات بعيدة عن نواة مادة الهدف فإن سرعتها تتناقص وتقل طاقتها بسبب التصادم والتشتت، طبقاً لنظرية ماكسويل - هيرتز	عند اصطدام إلكترونات من الفيلament بأحد نواة الهدف فإن: يثار الإلكترون أو نواة الذرة ويحل محلها إلكترون (إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى ، فيظهر الفرق بين طاقتي المستويين على شكل إشعاع) له طول موجي محدد .
العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي	
يتوقف على فرق الجهد بين الفيلament والهدف عكسية حيث: يقل الطول الموجي بزيادة فرق الجهد	يتوقف على نوع مادة الهدف حيث يقل الطول الموجي المميز بزيادة العدد الذري لمادة الهدف. لا يتوقف على فرق الجهد لكنه لا يظهر عند فروق الجهد المنخفضة
$eV = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{hc}{\lambda}$	$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$

الاساس العلمي للفعل الليزر (نظرية عمل الليزر):

الوصول بذرات الوسط الفعال إلى وضع الإسكان المعكوس:

هي الحالة التي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى في الطاقة فيسود الانتعاش المستحث ويحدث التكبير

ليزر الهليوم - نيون



- الوسط الفعال: خليط من غازي الهليوم والنيون بنسبة 1:10 تحت ضغط منخفض (0.6mmHg).

- مصدر الطاقة: فرق جهد كهربائي عال مستمر

- التحجيف الرنيني: (خارجي)

شرح عمل الجهاز:

مرحلة الإثارة: يثار الهليوم من مصدر الطاقة ويثار النيون بالتصادم مع الهليوم (تقارب شبه المستقر لكل منهما)
مرحلة الإسكان المعكوس: يحدث تراكم لذرات النيون المثارة في مستوى الطاقة شبه المستقر
مرحلة الحثبات الثقالي: تهبط بعض ذرات النيون المثارة لتنتقل فينطلق منها فوتونات

مرحلة الانتعاش المستحث: تستحث باقي الذرات على التخلص من طاقة إثارتها قبل انتهاء فترة العمر

مرحلة التكبير: المستويات المستقرة على المحور الأمامي تنعكس بين المرآتين فيتكبير الشعاع

خروج الشعاع: يخرج الشعاع من المرآة المسكنة عندما تزداد شدته عن حد معين

مرحلة التبريد: تعود ذرات النيون للأرضي ويطلق منها بعض الحرارة من خلال على هيئة حرارة

مرحلة التبريد: تصطدم ذرات الهليوم الوثار بذرات النيون لتبريد الوسط

لاحظ ان

- الليزر ينتج من ذرات النيون فقط.
- النيون بمفرده يصنع ليزر بكفاءة أقل
- الهليوم بمفرده لا ينتج عنه ليزر
- الانتقالات بين المستويات الآتية
- $3p \rightarrow 5s$ ينتج ليزر مرئي 632.8 nm
- $3p \rightarrow 2p$ تولد كمية حرارة
- فترة عمر الإثارة = 10^{-8} ثانية
- فترة عمر شبه المستقر = 10^{-4} ثانية

$$\text{فرق الطور} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$

الفصل السابع الليزر

الانتعاش الثقالي

انطلاق إشعاع من الذرة المثارة عند انتقالها من مستوى الإثارة إلى مستوى طاقة أقل منه في الطاقة بعد انتهاء فترة العمر تلقائياً وبدون مؤثر خارجي



1. غير نقية (متعددة λ)
2. غير مترابطة (تنتشر بطور عشوائي)
3. غير متوازية (تشتت، انحراف، انزياح كبير، عشوائية)
4. تخضع لقانون التوزيع العكسي (العدد العكسي مع مربع المسافة)

الانتعاش المستحث

انطلاق إشعاع من الذرة المثارة نتيجة سقوط فوتون آخر له نفس طاقة الانتقال المسبب لإثارتها قبل انتهاء فترة العمر لتنتقل في الحالة المستقرة مترابطة (نفس الطور والاتجاه والتردد)



1. نقية (أحادية الطول الموجي)
2. مترابطة (فرق الطور ثابت)
3. متوازية (اتجاه واحد)
4. لا تخضع لقانون التوزيع العكسي

المكونات الأساسية لجهاز الليزر

الوسط الفعال	المادة الفعالة لإنتاج الليزر
مصادر الطاقة	المسئولة عن انعكاس ذرات الوسط الفعال الطاقة اللازمة للإثارة
التجويف الرنيني	الوعاء الحاوي للوسط الفعال والمنشط لعملية التكبير

مصادر الطاقة:

الطاقة الكهربائية	ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون - وليزر الهليوم / نيون، وليزر غاز الأرجون.
الطاقة الضوئية	1- استخدام المصابيح الوهاجة ذات القدرة الكبيرة كما في ليزر اللياقوت 2- استخدام شعاع ليزر: كما في ليزرات الصيغيات السائلة.

الوصلة الثلاثية (الدايود - الصمام الثنائي)

تيار الانتشار	تيار الانسياب
هو التيار الناتج عن انتشار الفجوات من المنطقة p إلى المنطقة n وانتشار الالكترونات من المنطقة n إلى المنطقة p عن تلامس البلورتين.	هو التيار الناتج عن المجال الكهربائي الداخلي بين الشحنت الموجبة والسالبة على جانبي موضع تلامس البلورتين واتجاهه عكس تيار الانتشار.
المنطقة القاحلة (الفصلة) منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد على جانبي موضع تلامس البلورتين	
الجهد الحاجز للوصلة الثلاثية	
تقل فرق جهد داخلي على جانبي موضع تلامس البلورتين كافي لمنع انتشار المزيد من الفجوات أو الالكترونات من المنطقة الأخرى تركيز.	

توصيل الوصلة الثلاثية

توصيل امامي	توصيل عكسي (خلفي)
يكون اتجاه التيار الخارجي (البطارية) عكس اتجاه التيار الداخلي في المنطقة.	يكون اتجاه التيار الخارجي (البطارية) نفس اتجاه التيار الداخلي في المنطقة.
يقل جهد الحاجز للوصلة	يزداد الجهد الحاجز للوصلة
يقل معدل الانتشار	يزداد معدل الانتشار
الفصلة نتيجة التناثر	الفصلة نتيجة التناثر
المقاومة	
مقاومة صغيرة	مقاومة كبيرة
يمر تيار في الوصلة (تيار كبير)	لا يمر تيار في الوصلة (تيار صغير جدا يكاد ينعدم)
يستخدم كمفتاح مغلق (ON)	يستخدم كمفتاح مفتوح (OFF)
فرق جهد عكسي فرق جهد امامي	

الفصل الثامن الالكترونيات الحديثة

وجه المقارنة	الموصلات (المعادن)	أشباه الموصلات
بنية البلورة	روابط فلزية	تتكون من ذرات تربطها روابط تساهمية
حاملات التيار	الالكترونات	الالكترونات والفجوات
رقع درجة الحرارة	لا يتغير عدد الالكترونات وتزداد المقاومة وتقل التوصيلية	يزداد عدد الالكترونات وعدد الفجوات تقل المقاومة وتزداد التوصيلية

قانون فعل الكتلة في اشباه الموصلات

$$np = n_i^2$$

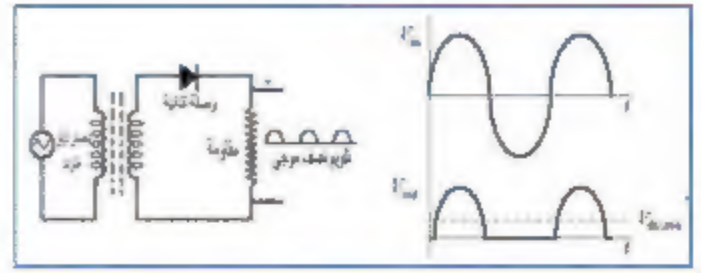
النوع

شوائب موجبة الشحنة (p-type)	شوائب موجبة الشحنة (n-type)
نوع الذرة الشائبة	نوع الذرة الشائبة
ذرات من عنصر ثلاثي التكافؤ	ذرات من عنصر خماسي التكافؤ
الألمنيوم - Al - البورون - B	الفوسفور - P - الانثيمون - As
حاملات الشحنة الحرة	
الالكترونات الحرة	الفجوات الموجبة
ذرات الشائبة بعد التطعيم	
تصبح أيونات موجبة تركيزها N_A^-	تصبح أيونات موجبة تركيزها N_D^+
في حالة الاتزان الحراري مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة	
$p = n + N_A^-$	$n = p + N_D^+$
$p > n$	$n > p$
p-type	n-type
بلورة موجبة p-type	بلورة سالبة n-type
$p = N_A^-$ $np = n_i^2$	$n = N_D^+$ $np = n_i^2$
$\therefore n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$	$\therefore p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$

لاحظ أن

البلورة تظل متعادلة كهربياً حتى بعد تطعيمها بالشوائب وذلك لأن عدد الشحنت السالبة = عدد الشحنت الموجبة.

الترانسفور کھفتاح - کواکس



يتم توصيل الترانزستور في الدائرة بحيث يكون الباعث مشترك حيث يكون :

الدخل = القاعدة - الخرج = المجموع

عند توصيل القاعدة بجهد موجب أي يكون V_A كبير تصبح القاعدة والباعث توصيل أمامي فيمر تيار I_A كبير في دائرة المجمع أيضا كـ مفتاح مغلق

أي ان $V_{(n)} > V_{(n-1)}$

المنطقة الأولى: دولي

المنطقة الثانية تسمى القاهدة B

المنطقة الثالثة تسمى المحيط C

بالبؤرة شبه موصل كبيرة الحجم نسبياً بها نسبة من التوابل الأقل من الباهت.

التكبر	لا يكبر التبار ويكبر الجهد والقدرة	ذو القاعدة الممتدة يكبر التبار ولا يكبر الجهد والقدرة
تبار الدخل	تبار الباعث C	تبار القاعدة B
تبار الحرم	تبار المحجم C	تبار المحجم C

نسبة التوزيع

$$\alpha_c = \frac{I_c}{I_j} - \frac{\beta_c}{1 + \beta_c}$$

تسمية التكميل

$$\beta_1 = \frac{I_c}{I_{B1}} = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1}$$

مكتبة شوقي الأولى

$$I_s = I_{s1} + I_{s2}$$

كثير من هؤلاء المناس

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

<p>بوابة التوافق A</p> <p>مدخلان أو أكثر ومخرج واحد</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>input</th> <th>output</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	input	output	A	A	0	0	1	1	<p>بوابة الاختيار OR</p> <p>مدخلان أو أكثر ومخرج واحد</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>input</th> <th>output</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	input	output	A	B	0	0	1	1	<p>بوابة العاكس NOT</p> <p>مدخل واحد ومخرج واحد</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>input</th> <th>output</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	input	output	0	1	1	0
input	output																							
A	A																							
0	0																							
1	1																							
input	output																							
A	B																							
0	0																							
1	1																							
input	output																							
0	1																							
1	0																							